



SKRIPSI - 141501

**Analisa Properties Biodiesel dari Umbi Porang
(*amarphopallus onchophillus*) dan Pengaruhnya
Terhadap Uji Peformansi Motor Diesel**

**Yudi Prasetyo
NRP 4211 100 029**

**Dosen Pembimbing 1:
Ir. Aguk Zuhdi M.F, M.Eng, Ph.D**

**Dosen Pembimbing 2:
Ir. Tjoek Suprajitno**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - 141501

Analysis Of The Properties Biodiesel From A Corm Porang (*Amarphopallus onchophyllus*), And His Influence On Performance Test Of Diesel Engine

**Yudi Prasetyo
NRP 4211 100 029**

**Supervisor 1:
Ir. Aguk Zuhdi M.F, M.Eng, Ph.D**

**Supervisor 2:
Ir. Tjoek Suprajitno**

**DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

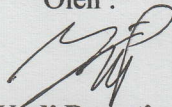
Analisa Properties Biodiesel dari Umbi Porang (*amarphopallus onchophillus*) dan Pengaruhnya Terhadap Uji Peformansi Motor Diesel

Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Marine Power Plant (MPP)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

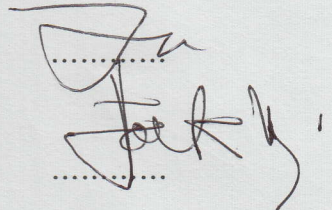


Yudi Prasetyo

NRP. 4211 100 029

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi :

1. Ir. Aguk Zuhdi M. F, M.Eng, Ph.D
NIP: 1956 0519 1986 10 1001
2. Ir. Tjoek Suprajitno
NIP: 1951 0526 1980 03 1001



SURABAYA
Juli, 2015

LEMBAR PENGESAHAN

Analisa Properties Biodiesel dari Umbi Porang (*amarphopallus onchophillus*) dan Pengaruhnya Terhadap Uji Peformansi Motor Diesel

Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Marine Power Plant (MPP)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :



Yudi Prasetyo

NRP. 4211 100 029

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :

Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng

NIP : 1958 0807 1984 03 1001

SURABAYA

Juli, 2015

Analisa Properties Biodiesel dari Umbi Porang (*amarphopallus onchophillus*) dan Pengaruhnya Terhadap Uji Peformansi Motor Diesel

Nama Mahasiswa : Yudi Prasetyo
NRP : 4211 100 029
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Aguk Zuhdi M. F, M.Eng, Ph.D
: Ir. Tjoek Suprajitno

Abstrak

Saat ini di Indonesia mendekati krisis bahan bakar minyak, dimana stok minyak mentah yang berasal dari fosil semakin menipis. Di tengah krisis bahan bakar ini, Indonesia masih memiliki banyak kekayaan sumber hayati, seperti kelapa sawit, jarak pagar, serta umbi porang yang berpotensi untuk dapat menghasilkan bahan bakar terbarukan, seperti biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk membuat bahan bakar terbarukan berupa biodiesel dari umbi porang serta menganalisa kandungan propertiesnya. Selain itu tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh campuran biodiesel umbi porang dalam uji peformansi motor diesel. Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode eksperimen. Hasil yang didapat membuktikan bahwa umbi porang sangat berpotensi untuk dapat dijadikan sebagai bahan baku biodiesel. Karakteristik properties biodiesel umbi porang sebagian besar memenuhi syarat dari standard biodiesel nasional yang telah ditetapkan. Uji peformansi motor diesel dilakukan dengan menggunakan 100% minyak solar (B0) dan juga dengan campuran biodiesel umbi porang 10% (B10) dan 20% (B20). Dari hasil uji peformansi didapatkan hasil bahwa motor diesel mengalami peningkatan prestasi kerja yang signifikan ketika menggunakan B0 dengan menggunakan B20 pada putaran

yang sama. Dimana saat menggunakan B20 nilai daya maksimum, torsi maksimum, dan BMEP maksimum motor diesel mengalami peningkatan sebesar 12,59%, untuk nilai dari efisiensi thermalnya juga mengalami peningkatan sebesar 21,49% sedangkan nilai SFOCnya lebih rendah sebesar 15,45%.

Kata Kunci: Biodiesel, Umbi Porang, Motor Diesel, Uji Peformansi

Analysis Of The Properties Biodiesel From A Corm Porang (*Amarphopallus Onchophillus*), And His Influence On Performance Test Of Diesel Engine

Name of Student : Yudi Prasetyo
NRP : 4211 100 029
Dept. : Marine Engineering
Supervisor : Ir. Aguk Zuhdi M. F, M.Eng, Ph.D
: Ir. Tjoek Suprajitno

Abstract

When present time in Indonesia oil approaching the fuel crisis, where a stock of crude becomes thin derived from fossil. In the middle of the fuel crisis this, Indonesia still has many biological wealth of, as palm oil, as jatropa, as well as porang tubers that have the potential to produce renewable fuel, as biodiesel. This study attempts to make a fuel in the form of biodiesel renewable from a corm porang and analysis the content of. In addition the purpose of this study which is to know mixing influences biodiesel porang tubers in the performance test of diesel engine. Methods used in this research is by author uses experimental methods. The result obtained suggests that tuber porang potential to be used as the raw material of biodiesel. Properties of biodiesel tuber porang most qualified of biodiesel national standards set. Performance test of diesel engine was done using 100 % diesel oil (B0) and also by biodiesel blend tuber porang 10 % (B10) and 20 % (B20). From the results of the performance test obtained the results of that the diesel engine has been an increase in work performance significant when using B0 by the use of B20 on the rotation of the same. Where when using B20, the value of maximum power, maximum torque, and maximum BMEP diesel engine increased by 12,59%, to the

value of efficiency thermal also increased by 21,49% while the value of sfoc lower 15,45% as much as.

Keywords: Biodiesel, Tuber Porang, Diesel Engine, Peformance Engine.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan bimbingan-Nya sehingga skripsi dengan judul **“Analisa Properties Biodiesel Dari Umbi Porang (*Amarphopallus oncophillus*) Dan Pengaruhnya Terhadap Uji Peformansi Motor Diesel”** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Aguk Zuhdi M.F. M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Tjoek Suprajitno selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan semangat, arahan, masukan, ilmu dan dorongan terhadap penulis didalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
3. Bapak R.O Saut Gurning, ST, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan motivasi dan arahan dalam rencana studi.
4. Bapak Nur selaku teknisi Laboratorium Marine Power Plan yang telah membantu penulis dalam uji peformansi motor diesel.
5. Ibu dan bapak tercinta selaku orang tua yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan kasih sayangnya kepada penulis.
6. Kawan kawan seperjuangan Ampibi'11 yang berada di laboratorium MPP, MMS, MEAS, RAMS, dan MMD yang selalu mendukung satu sama lain untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu diperlukan saran dan masukan yang membangun demi perbaikan dan kemajuan dalam skripsi ini. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	v
Abstrak.....	ix
Kata Pengantar.....	xiii
Daftar Isi.....	xv
Daftar Gambar.....	xvii
Daftar Grafik.....	xix
Daftar Tabel.....	xxi

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Permasalahan.....	2
1.4. Tujuan Permasalahan.....	3
1.5. Manfaat Penulisan.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 5

BAB III METODOLOGI..... 11

3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	12
3.2. Studi Literatur.....	12
3.3. Persiapan Alat dan Bahan Produksi Biodiesel.....	13
3.4. Produksi Biodiesel.....	13
3.5. Uji Komposisi.....	13
3.6. Uji Peformansi.....	13
3.7. Pengumpulan Data.....	14
3.8. Analisa Data dan Pembahasan.....	14
3.9. Kesimpulan.....	14

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN..... 15

4.1. Produksi Biodiesel.....	15
4.1.1. Pengolahan Minyak Porang.....	16
4.1.2. Pemanasan Minyak Porang.....	16
4.1.3. Pembuatan Larutan Metoksid.....	17
4.1.4. Proses Mixing dan Transesterifikasi.....	18
4.1.5. Proses Pemisahan.....	18

4.1.6. Proses Pencucian.....	19
4.1.7. Proses Pengeringan.....	20
4.2. Properties Biodiesel Umbi Porang.....	21
4.2.1. Kadar Air.....	22
4.2.2. Density.....	22
4.2.3. Viskositas.....	23
4.2.4. Flash Point.....	23
4.2.5. Pour Point.....	23
4.2.6. Lower Heating Value.....	24
4.3. Pengaruh Biodiesel Umbi Porang Dalam Uji	
Peformansi Motor Diesel.....	25
4.3.1. Perbandingan SFOC dengan Daya B0.....	26
4.3.2. Perbandingan SFOC dengan Daya B10.....	27
4.3.3. Perbandingan SFOC dengan Daya B20.....	28
4.3.4. Perbandingan Daya Max dengan RPM.....	29
4.3.5. Perbandingan Torsi Max dengan RPM.....	30
4.3.6. Perbandingan SFOC dengan RPM Pada Daya Max.....	31
4.3.7. Perbandingan BMEP Max dengan RPM.....	32
4.3.8. Perbandingan Efisiensi dengan Daya B0...	33
4.3.9. Perbandingan Efisiensi dengan Daya B10..	34
4.3.10. Perbandingan Efisiensi dengan Daya B20..	35
4.3.11. Perbandingan Efisiensi Max dengan RPM.	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1. Kesimpulan.....	39
5.2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	43
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Standard Biodiesel Nasional.....	8
Tabel 2. Properties Biodiesel Umbi Porang.....	21
Tabel 3. Hasil Uji Peformasi Bahan Bakar B0.....	48
Tabel 4. Hasil Uji Peformansi Bahan Bakar B10.....	50
Tabel 5. Hasil Uji Peformansi Bahan Bakar B20.....	52

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Minyak Umbi Porang.....	16
Gambar 4.2. Proses Pemanasan Minyak Porang.....	17
Gambar 4.3. Larutan Metoksid.....	17
Gambar 4.4. Proses Mixing.....	18
Gambar 4.5. Proses Settling.....	19
Gambar 4.6. Proses Pencucian Biodiesel.....	20
Gambar 4.7. Biodiesel Umbi Porang.....	20

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Perbandingan SFOC Dengan Daya Pada Bahan Bakar B0.....	26
Grafik 4.2. Perbandingan SFOC Dengan Daya Pada Bahan Bakar B10.....	27
Grafik 4.3. Perbandingan SFOC Dengan Daya Pada Bahan Bakar B20.....	28
Grafik 4.4. Perbandingan Daya Maksimum Dengan Putaran Engine.....	29
Grafik 4.5. Perbandingan Torsi Maksimum Dengan Putaran Engine.....	30
Grafik 4.6. Perbandingan SFOC Dengan Putaran Pada Daya Maksimum.....	31
Grafik 4.7. Perbandingan BMEP Maksimum Dengan Putaran Engine.....	32
Grafik 4.8. Perbandingan Efisiensi Dengan Daya Pada Bahan Bakar B0.....	33
Grafik 4.9. Perbandingan Efisiensi Dengan Daya Pada Bahan Bakar B10.....	34
Grafik 4.10. Perbandingan Efisiensi Dengan Daya Pada Bahan Bakar B20.....	35
Grafik 4.11. Perbandingan Efisiensi Dengan Putaran Pada Daya Maksimum.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bahan bakar minyak adalah sumber energi dengan konsumsi yang terbesar untuk saat ini di seluruh dunia jika dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Saat ini dunia mendekati krisis bahan bakar minyak. Banyak negara, terutama Indonesia, mengalami masalah kekurangan bahan bakar minyak (dari bahan bakar fosil) untuk negaranya sendiri. Indonesia, khususnya, telah mengimpor bahan bakar minyak untuk kebutuhan negara dengan jumlah yang cukup besar.

Penelitian ini mengedepankan permasalahan mengenai bahan bakar alternatif berupa biodiesel atau minyak solar untuk menghadapi apabila terjadi kelangkaan bahan bakar di dunia. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang digunakan untuk menggerakkan motor diesel. Motor diesel banyak diaplikasikan pada berbagai macam sektor industri karena memiliki efisiensinya yang tinggi serta memiliki ketahanan dan keandalan yang lebih baik.

Masalah yang sering dihadapi pada pengoperasian motor diesel adalah tingginya emisi *NO_x* dan partikel asap yang dikeluarkan dari motor diesel. Maka dari itu, diperlukan bahan bakar baru yang dapat memenuhi persyaratan operasional motor diesel sebagaimana bahan bakar konvensional untuk mengatasi tingginya emisi gas buang yang sangat berbahaya yang dihasilkan oleh motor diesel. Biodiesel adalah jenis bahan bakar yang dihasilkan dari pemrosesan tertentu serta bahan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Istilah biodiesel dipakai untuk jenis bahan bakar terbarukan, sehingga bahan bakar ini dapat dikatakan tak pernah habis.

Pada penelitian ini, produksi biodiesel dibuat dari bahan tanaman porang (*amarphopallus onchopilus*). Tanaman

porang merupakan komoditas lokal yang dapat tumbuh di lahan yang kurang subur, memiliki daya tahan yang tinggi terhadap cekaman dan dapat diatur waktu panennya. Pada tanaman porang ini akan diambil minyaknya sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dengan bantuan katalis methanol dalam proses transesterifikasi. Sehingga akan didapatkan bahan bakar biodiesel yang telah memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan.

1.2. Perumusan Masalah

Dengan menipisnya ketersediaan bahan bakar fosil di Indonesia dalam beberapa tahun yang akan datang, maka diperlukan suatu pemikiran untuk membuat bahan bakar terbarukan sebagai penggerak motor diesel. Secara teknik, bahan bakar pengganti ini harus memiliki kemampuan yang sama halnya dengan bahan bakar konvensional selama ini, oleh karena itu pada penelitian pembuatan biodiesel ini mempunyai rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah umbi porang (*amarphopallus onchopillus*) dapat dijadikan bahan baku biodiesel?
2. Bagaimana *properties* biodiesel dari umbi porang (*amarphopallus onchopillus*)?
3. Bagaimana hasil dari uji performansi motor diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel dari umbi porang?

1.3. Batasan Permasalahan

Untuk dapat merealisasikan penulisan tugas akhir ini, maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Metode pembuatan biodiesel dengan cara proses transesterifikasi dengan campuran *methanol*.
2. Tidak menganalisa dari segi ekonomi
3. Pengujian peformansi dilakukan pada motor diesel Kipor model KM 178 F dengan generator Mindong

ST-3 yang berada di Laboratorium Marine Power Plan FTK ITS

1.4. Tujuan Permasalahan

Untuk menjawab semua pertanyaan yang terdapat pada perumusan masalah diatas, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui tanaman porang (*amarphopallus onchopillus*) dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.
2. Untuk mengetahui kandung *properties* biodiesel yang terbuat dari bahan baku tanaman porang (*amarphopallus onchopillus*).
3. Untuk mengetahui hasil uji performasi yang dilakukan pada motor diesel yang berada di Laboratorium Marine Power Plan ITS.

1.5. Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang sumber daya alam nabati sebagai pembuatan biodiesel yang berkualitas.
2. Menambah pengetahuan cara pembuatan biodiesel secara umum.
3. Mengetahui manfaat yang terkandung pada tanaman porang (*amarphopallus onchopillus*) sebagai bahan bakar terbarukan.
4. Menambah pengetahuan penggunaannya pada peforma kerja motor diesel.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Saat ini di Indonesia mendekati krisis bahan bakar minyak, stok minyak mentah yang berasal dari fosil yang tidak dapat terbarukan cadangannya semakin menipis. Hal ini dibuktikan dengan besarnya konsumsi bahan bakar minyak dalam negeri mencapai 1,3 juta barrel per hari, sementara produksi bahan bakar minyak dalam negeri baru menyentuh angka 950.000 barrel setiap harinya. Dengan laju peningkatan konsumsi bahan bakar minyak sebesar 6-9% tiap tahunnya, maka diperkirakan negara Indonesia dalam kurun waktu puluhan tahun akan mengalami kelangkaan bahan bakar minyak yang berasal dari fosil. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah tersebut dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak perlu diadakan diversifikasi energi dengan pengembangan energi alternatif terbarukan, salah satunya dengan cara memanfaatkan minyak yang berasal dari tumbuh-tumbuhan untuk diolah menjadi bahan bakar nabati seperti biodiesel. (Hendra, 2013).

Untuk menghadapi permasalahan bahan bakar minyak yang hampir habis, perlu dicari adanya bahan bakar yang tidak pernah habis (terbarukan) seperti biodiesel. Indonesia mempunyai potensi yang besar untuk mengembangkan biodiesel dari minyak kelapa sawit. Hal ini dikarenakan Negara ini memiliki perkebunan kelapa sawit yang besar dengan produksi CPO (*Crude Palm Oil*) sebesar 10,68 juta ton/tahun. Dengan permasalahan tersebut diatas, sudah saatnya Indonesia mengembangkan biodiesel, baik untuk konsumsi dalam negeri maupun untuk ekspor. Biodiesel dapat mengurangi impor solar Indonesia yang kini sudah mencapai sekitar 30% dari kebutuhan (7,2 juta ton per tahun). Kehadiran biodiesel, juga diharapkan dapat mengurangi beban pemerintah dalam pengeluaran subsidi terhadap bahan bakar minyak. (Tuti dkk, 2006).

Selain kelapa sawit, minyak nabati juga dapat dihasilkan dari tanaman jarak pagar (*jatropha curcas*). Jarak pagar penghasil bahan baku biodiesel merupakan salah satu alternatif bioenergi yang berpotensi dapat dikembangkan di lahan kritis. Walaupun belum berkembang secara luas, karena tanaman ini mudah dibudidayakan dan cukup toleran pada daerah-daerah marginal/kritis, maka tanaman ini berpotensi untuk dikembangkan diberbagai daerah di Indonesia. Pengolahan untuk mendapatkan minyak nabati dari jarak pagar cukup sederhana. Buah jarak dihancurkan dengan blender atau dipres. Hasilnya diperas, kemudian dilakukan penyaringan dan pemurnian sampai menghasilkan minyak jarak murni. Untuk setiap 10 kilogram buah bisa dihasilkan sekitar 3,5 liter minyak jarak yang sama kualitasnya dengan solar. (Suntoro, 2012).

Selain dua nama tanaman yang sudah teruji dalam menciptakan enegi terbarukan berupa bahan bakar biodiesel, umbi porang juga merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai tanaman penghasil minyak nabati. Tanaman porang merupakan tanaman semak yang berumbi di dalam tanah. Tanaman porang tumbuh pada tanah dengan tekstur lempung berpasir dan bersih dari alang-alang. Biasanya tanaman porang ini juga tumbuh pada kondisi lingkungan yang biasa ditumbuhi pohon jati, mahoni sono, dll. (Tim P4I, 2013).

Di Jawa Timur, potensi hutanya masih sangat luas. Di Kabupaten Madiun sendiri sekitar 40% wilayahnya masih berupa kawasan hutan dimana sebagian besar penduduk sekitar masih menggantungkan perekonomiannya. Tanaman porang ini ditanam oleh para petani pada naungan pohon jati di hutan. Melihat hasil yang selama ini sangat menggembirakan, tidak salah apabila sekarang porang menjadi salah satu ikon hasil pertanian perkebunan andalan Kabupaten Madiun. Saat ini Kabupaten Madiun telah menghasilkan porang dengan kapasitas 8.000 ton/tahun.

Selama ini, umbi dari tanaman porang telah diekspor ke Jepang untuk diolah menjadi bahan pangan. Untuk itu upaya pengembangan porang menjadi salah satu perhatian pemerintah. (Anonim, 2013).

Umbi porang selain dimanfaatkan sebagai bahan makanan maupun kosmetik, ternyata umbi porang memiliki kandungan minyak nabati yang bermanfaat dalam proses pembuatan biodiesel. Pembuatan biodiesel pada umbi porang dilakukan dengan proses yang sederhana. Bahan baku yang digunakan selain dari umbi porang adalah methanol. Dengan dibantu katalis basa dan pengaturan suhu hingga 60°C, reaksi transesterifikasi antara kedua bahan akan membentuk *methyl ester* dengan produk sampingan berupa gliserol. *Methyl ester* inilah yang disebut biodiesel dan memiliki kemiripan sifat dengan minyak solar. Pada penelitian yang dilakukan untuk penyusunan tugas akhir ini akan mengetahui kandungan *properties* biodiesel yang terbuat dari umbi porang yang berdasarkan syarat mutu biodiesel serta pengaruhnya pada unjuk kerja motor diesel.

Aplikasi penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif untuk motor diesel telah menjadi objek penelitian pada beberapa tahun terakhir ini. Ketertarikan ini berdasarkan pertimbangan pada upaya untuk mendapatkan bahan bakar alternatif yang *renewable* dan ramah lingkungan. Berbagai penelitian untuk mempelajari karakteristik biodiesel telah dilakukan. Biodiesel merupakan *biofuel* yang paling umum. Biodiesel diproduksi dari minyak nabati menggunakan transesterifikasi dengan bantuan katalis *methanol*. Biodiesel ini diharapkan sebagai bahan bakar pengganti solar pada motor diesel. Pengolahan dan pembuatan bahan bakar biodiesel kualitasnya harus dijaga sehingga memiliki *properties* yang memenuhi standar yang telah ditentukan.

Tabel 1. Standard Biodiesel Nasional

No	Parameter dan satuannya	Batas Nilai
1	Densitas pada 15°C, Kg/m ³	850–890
2	Viskositas kinematik pada 40°C (cSt)	2,3-6,0
3	Angka Setana	Min. 51
4	Titik nyala (flash point) pada 0°	Min.100
5	Titik kabut (Cloud Point)	Max. 18
6	Titik Tuang (Pour Point)	Max. 18
7	Korosi bilah tembaga (3 jam,500C)	Max.3
8	Residu karbon,%-berat,	Max.0,05
9	Air dan sediman,%-volume	Maks.0,05
10	Temperatur distilasi 90%, 0C	Maks.360
11	Abu tersulfatkan,%-berat	Maks 0,02
12	Belerang,ppm-b (mg/kg	Maks.100
13	Fosfor,ppm-b (mg/kg)	Maks.10
14	Angka asam,mg-KOH/gr	Maks.0,8
15	Gliserol bebas,%-berat	Maks.0,02
16	Gliserol total,%-berat	Maks.0,24
17	Kadar ester alkil,%-berat	Min.96,5
18	Lower Heating Value, BTU/lbm	Maks.18288

Sumber: Standard Biodiesel Indonesia

Motor diesel adalah jenis motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*), dimana sistem penyalaan bahan bakar dengan cara menyemprotkan bahan bakar dengan

pompa bertekanan kedalam silinder yang berisi udara terkompresi. Dengan tekanan dan temperatur udara didalam silinder yang tinggi dimana melebihi temperatur nyala bahan bakar maka bahan bakar akan terbakar bersamaan dengan udara bertekanan kemudian akan menghasilkan suatu kerja. Biodiesel sebagai bahan bakar yang akan digunakan dalam motor diesel harus memiliki *properties* dan karakteristik yang sesuai standard, seperti viskositas. Pada motor diesel viskositas berpengaruh pada kemudahan bahan bakar untuk mengalir di dalam saluran bahan bakar, pompa, dan injektor. Semakin rendah viskositanya, maka semakin mudah bahan bakar tersebut mengalir. (Oksi, 2008)

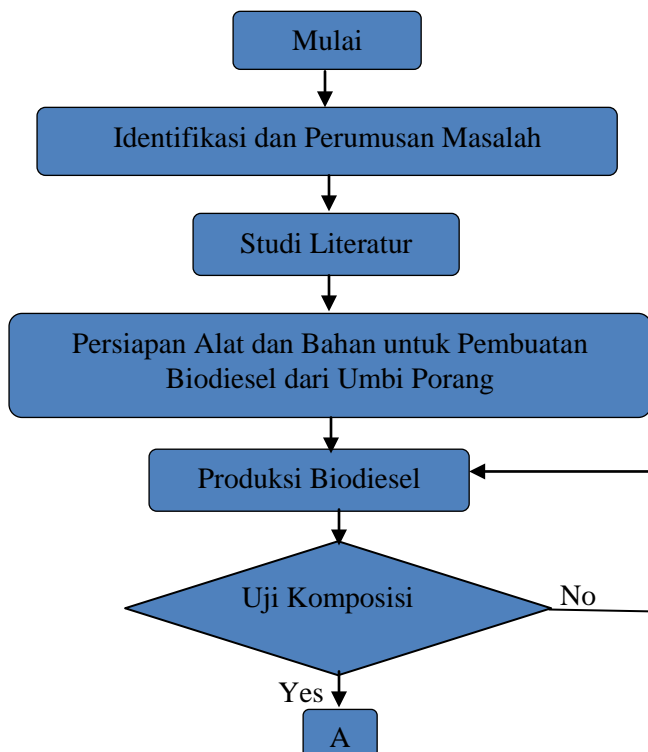
Dalam *properties* biodiesel juga terdapat densitas yang dapat mempengaruhi unjuk kerja dari motor diesel. Karakteristik densitas ini sangat berhubungan erat dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh motor diesel per satuan bahan bakar yang digunakan. Semakin tinggi tekanan yang dialami bahan bakar maka densitasnya akan semakin tinggi pula. Sementara itu, dalam kandungan biodiesel juga harus diperhatikan nilai dari *pour point* (titik tuang). Titik tuang merupakan batas temperatur tuang dimana mulai terbentuk kristal-kristal paraffin yang dapat menyumbat saluran bahan bakar dan injektor. Pada titik tuang yang tinggi bahan bakar tidak dapat mengalir sempurna dan tidak akan terjadi atomisasi yang baik ketika diinjeksikan ke ruang bakar motor diesel. (Oksi, 2008)

Suatu bahan bakar juga memiliki nilai *flash point* (titik nyala) yang merupakan temperatur terendah dari bahan bakar yang pada saat dipanaskan akan menyala diberikan kompresi yang tinggi. Terlepas dari itu semua, kandungan air dalam bahan bakar harus diperhatikan. Adanya kandungan air pada bahan bakar meskipun dalam jumlah sedikit akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada saluran bahan bakar dan filter bahan bakar dan juga dapat menyebabkan korosi pada pompa bahan bakar dan injektor. Kelebihan kadar

air juga menyebabkan pembakaran tidak merata, sehingga dapat memperpendek umur dari penggunaan motor diesel itu sendiri. (Oksi, 2008).

BAB III METODOLOGI

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode eksperimen. Dimana pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen dalam pembuatan biodiesel dari umbi porang dengan proses transesterifikasi serta menguji kandungan *properties*nya. Selain itu juga akan dilakukan uji peformansi pada motor diesel untuk mengetahui prestasinya dengan menggunakan campuran bahan bakar umbi porang. Adapun diagram metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut:





3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pengidentifikasian masalah pada penelitian ini, untuk mengetahui apakah tanaman porang (*amarphopallus onchopillus*) memiliki kandungan yang berpotensi sebagai bahan baku dalam proses pembuatan biodiesel. Selain itu, perumusan masalah ini nantinya akan dilakukan mengujian *properties* pada pembuatan biodiesel dari tanaman porang.

3.2. Studi Literatur

Studi literature dilakukan untuk mempelajari teori-teori yang dapat menunjang permasalahan yang ada. Studi literatur didapatkan dari beberapa sumber seperti, buku, jurnal, tugas akhir, dan internet. Pada penelitian ini, studi literatur tersebut mengacu pada proses pengolahan tanaman porang untuk dapat diubah menjadi minyak lemak serta pada proses pembuatan biodiesel dengan cara transesterifikasi.

3.3. Persiapan Alat dan Bahan pada Pembuatan Biodiesel

Pada tahap ini akan dilakukan semua perlengkapan sebelum dilaksanakannya percobaan pembuatan biodiesel dari bahan baku tanaman porang (*amarphopallus onchopillus*). Alat yang dibutuhkan untuk melakukan percobaan merupakan peralatan dalam skala laboratorium yang terdiri dari peralatan transesterifikasi dan peralatan uji karakteristik. Sementara untuk bahan yang diperlukan untuk penelitian ini meliputi minyak lemak, alkohol, dan katalis. Dalam tahap persiapan ini diharapkan semua peralatan dan bahan mudah untuk didapatkan guna mempermudah saat melakukan percobaan.

3.4. Produksi Biodiesel

Pelaksanaan percobaan dilakukan setelah tahap-tahap sebelumnya sudah terlaksana. Pada percobaan kali ini akan melakukan pembuatan biodiesel dari bahan baku tanaman porang dan nantinya akan diuji kandungannya untuk memenuhi persyaratan standart bahan bakar.

3.5. Uji Komposisi

Setelah semua langkah-langkah percobaan dilaksanakan tahap selanjutnya adalah mmenguji daripada kandungan biodiesel itu sendiri. Pengujin ini dilakukan untuk mengetahui komposisi biodiesel guna memenuhi standard bahan bakar konvensional seperti pada umumnya.

3.6. Uji Performansi

Uji performansi dilakukan setelah bahan bakar biodiesel telah diuji kandungan *properties*nya. Pengujian ini dilakukan pada motor diesel yang terdapat pada Laboratorium Marine Power Plan ITS. Tujuan dilakukan uji performansi yaitu untuk mengetahui daya, torsi, SFOC, BMEP, dan efisiensi *thermal* dari motor diesel dengan menggunakan campuran bahan bakar biodiesel dari umbi porang dengan minyak solar.

3.7. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh setelah melakukan uji komposisi dan tahap percobaan. Dari pengujian dan percobaan ini akan diperoleh data karakteristik biodiesel yang terbuat dari bahan baku tanaman porang. Disamping itu pula juga dibutuhkan data pada saat unjuk kerja pada motor diesel dengan menggunakan biodiesel dari umbi porang.

3.8. Analisa Data dan Pembahasan

Pada penelitian ini analisa data yang dilakukan adalah mengamati proses pembuatan biodiesel dengan cara transesterifikasi. Selain itu juga menganalisa kandungan biodiesel dari tanaman porang serta menganalisa unjuk kerja motor diesel dengan campuran biodiesel umbi porang.

3.9. Kesimpulan dan Saran

Setelah semua tahapan dilakukan, maka selanjutnya adalah menarik kesimpulan analisa data dan percobaan. Diharapkan nantinya hasil kesimpulan dapat menjawab permasalahan yang menjadi tujuan skripsi ini. Selain itu diperlukan saran berdasarkan hasil penelitian untuk perbaikan tugas akhir supaya lebih sempurna.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Produksi Biodiesel

Untuk menjawab rumusan masalah yang terdapat pada BAB I, dalam penelitian ini akan dilakukan eksperimen berupa produksi biodiesel dari bahan baku umbi porang (*amarphopallus onchopilus*). Umbi porang merupakan komoditas lokal yang dapat tumbuh di lahan yang kurang subur, memiliki daya tahan yang tinggi terhadap cekaman dan dapat diatur waktu panennya. Pada tanaman porang ini akan diambil minyak lemaknya sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dengan bantuan katalis *methanol* dalam proses transesterifikasi. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan biodiesel, diantaranya:

1. Umbi porang
2. Methanol
3. H_2SO_4
4. KOH
5. Aquades
6. Kompor gas
7. Thermometer
8. pippet
9. Panci steinless steel
10. Timbangan
11. Gelas ukur
12. Pengaduk
13. Oven
14. Gelembung udara
15. Pisau

Dalam pembuatan biodiesel dari bahan baku umbi porang ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, antara lain:

4.1.1. Pengolahan Minyak Porang

Kupas dan pisahkan daging umbi porang dari kulitnya. Pada penelitian ini, akan dikupas umbi porang sebanyak 15 kg. Setelah itu umbi porang baru bisa diparut dengan parutan. Peras umbi porang yang sudah diparut dan kemudian kemudian saring. Panaskan sari umbi porang diatas api kecil dan aduk secara terus menerus. Yang dibutuhkan untuk membuat minyak porang hanyalah sari dari umbi porang tersebut. Hasilnya akan didapatkan minyak nabati dari umbi porang sebanyak 1 liter.



Gambar 4.1 Minyak Umbi Porang

4.1.2. Pemanasan Minyak Porang

Menuangkan minyak nabati (minyak porang) sebanyak 1 liter ke dalam panci *steinless steel*. Kemudian panaskan minyak porang hingga mencapai 35°C dengan tujuan lemak-lemak beku mencair semua. Ukur methanol 0,08 liter/liter minyak porang (8% volume seluruhnya) dengan gelas ukur yang tersedia. Campurkan ke dalam minyak yang telah dipanaskan lalu aduk selama 5 menit. Tambahkan 1 mililiter H_2SO_4 pada setiap liter minyak nabati porang.

Gunakan pipet rata-rata dalam mengendalikan konsumsi H_2SO_4 .



Gambar 4.2 Proses Pemanasan Minyak Porang

4.1.3. Pembuatan Larutan Metoksid

Pembuatan larutan metoksid ini dibuat dari campuran antara metanol sekitar 12 % dari volume minyak porang dan katalis KOH sebesar 3,5 gram per 100 ml minyak porang yang telah dipersiapkan dan dilakukan didalam gelas ukur lalu aduk hingga merata. Campuran tersebut disebut sodium metoksida yang akan digunakan pada proses berikutnya dalam pembuatan biodiesel.



Gambar 4.3 Larutan Metoksid

4.1.4. Proses *Mixing* dan Transesterifikasi

Proses transesterifikasi yaitu minyak yang akan diproses dipanaskan sampai 55°C agar tidak terlalu kental dan mudah bercampur dengan larutan metoksid. Disaat bersamaan dituang pula larutan metoksid yang telah dibuat sebelumnya, kemudian aduk hingga merata selama 1 jam agar terjadi reaksi transesterifikasi. Selama proses *mixing* berlangsung, temperatur harus dijaga konstan sekitar 60°C - 75°C . Setelah itu diamkan selama 1 jam, agar tampak terjadi reaksi pemisahan antara *gliserin* dan biodiesel.



Gambar 4.4 Proses *Mixing*

4.1.5. Proses *Settling* (Proses Pemisahan)

Settling adalah proses pemisahan antara gliserin dan *crude* biodiesel dengan cara didiamkan selama minimal 8 jam. *Gliserin* akan mengendap sedangkan *crude* biodiesel berada di atasnya. Pemisahan antara gliserin dan biodiesel terjadi secara otomatis karena perbedaan *density* diantara keduanya. Dalam proses ini akan didapatkan *crude* biodiesel sebanyak 900 ml. Lakukan pemisahan dengan hati-hati, sebab bila tidak hasil samping tersebut akan tercampur kembali sehingga perlu didiamkan kembali beberapa jam lagi.



Gambar 4.5 Proses Settling

4.1.6. Proses *Washing* (Proses Pencucian)

Crude biodiesel yang diperoleh dari proses pengendapan kemudian dimasukkan kedalam wadah yang lain dan terpisah dari gliserin. *Washing* adalah proses pencucian yang diperlukan untuk menghilangkan dan membersihkan sisa-sisa katalis yang masih ada. Proses pencucian dilakukan dengan menambahkan 100 ml aquades per liter *crude* biodiesel, kemudian aduk hingga merata. Setelah itu lakukan pembabelan dengan menggunakan gelembung udara selama 4 jam. Pada proses ini akan terdapat gelembung-gelembung udara, dimana gelembung tersebut akan menghilangkan sisa katalis yang masih ada. Hasil dari proses pencucian ini adalah *crude* biodiesel mengalami pengurangan volume sebanyak 250 ml dikarenakan adanya gelembung yang terbentuk.



Gambar 4.6 Proses Pencucian Biodiesel

4.1.7. Proses Pengeringan (*Drying*)

Drying adalah proses pengeringan dari sisa-sisa air pencucian dan metanol yang dihilangkan dengan cara pemanasan sehingga menguap. Proses pengeringan dilakukan didalam oven dengan suhu pemanasan hingga 105°C sampai benar- benar bersih dari sisa- sisa air dan sisa metanol dari proses pencucian. Selesai proses pengeringan ini maka didapatkan hasil biodiesel murni sebanyak 700 ml.



Gambar 4.7 Biodiesel Umbi Porang

4.2. Properties Biodiesel Umbi Porang

Pemanfaatan minyak nabati sebagai bahan baku biodiesel memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah: sumber minyak nabati mudah diperoleh, proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati mudah dan cepat, serta tingkat konversi minyak nabati menjadi biodiesel yang tinggi. Minyak nabati memiliki komposisi asam lemak berbeda-beda tergantung dari jenis tanamannya. (Erliza, dkk, 2007: 11).

Pada penelitian ini, minyak nabati diperoleh dari proses pengolahan umbi porang. Dari umbi porang tersebut akan dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dengan bantuan katalis methanol melalui proses transesterifikasi. Pengolahan dan pembuatan bahan bakar biodiesel kualitasnya harus dijaga sehingga memiliki *properties* yang memenuhi standar yang telah ditentukan. Setelah didapatkan biodiesel bahan baku umbi porang melalui proses transesterifikasi, maka untuk menentukan kualitasnya diperlukan pengujian *properties* dari biodiesel tersebut. Pada penelitian ini, pengujian *properties* biodiesel dilakukan di Laboratorium Energi ITS.

Tabel 2. Properties Biodiesel Umbi Porang

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode Pengujian
Water Content	0,01	%	ASTM D 1796
Densitas pada 15°C	0,85	gr/cm ³	ASTM D 1480 - 81
Viscositas 40°C	3,56	Cst	ASTM D 445
Flash Point	77	°C	ASTM D 93
Pour Point	-2	°C	ASTM D 97 - 85
Lower Heating Value	15.868	BTU/lbm	ASTM D 240

Data dari hasil uji *properties* biodiesel umbi porang ini akan dianalisa yang mengacu pada standard nasional biodiesel untuk setiap parameternya. Analisa parameter *properties* dalam pengujian ini meliputi water content, densitas, viskositas, *flash point*, *pour point*, dan *lower heating value*.

4.2.1. Water Content (Kadar Air)

Adanya kandungan air pada bahan bakar meskipun dalam jumlah sedikit akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada saluran bahan bakar dan filter bahan bakar. Selain itu, adanya kandungan air juga dapat menyebabkan korosi pada pompa bahan bakar dan injektor sehingga dapat memperpendek umur dari pemakaian motor diesel. Pada *properties* biodiesel menurut SNI menyebutkan bahwa kandungan airnya maksimal 0,05. Dalam pengujian biodiesel umbi porang didapatkan nilai dari kandungan air sebesar 0,01. Dengan demikian kandungan air yang terdapat pada biodiesel umbi porang telah memenuhi syarat dari standard biodiesel nasional.

4.2.2. Density (Berat Jenis)

Berat jenis (*density*) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat (kg) per satuan volume (m^3) bahan bakar. Berat jenis dapat dipengaruhi oleh perubahan temperatur temperature dan tekanan yang dialami oleh bahan bakar biodiesel. Semakin tinggi tekanan yang dialami bahan bakar biodiesel maka berat jenisnya semakin tinggi. Sedangkan semakin tinggi temperatur yang dialami bahan bakar biodiesel maka berat jenisnya semakin menurun. Berat jenis biodiesel umbi porang memiliki nilai sebesar 850 kg/m^3 . Nilai berat jenis biodiesel umbi porang ini telah memenuhi

standard dari SNI yang memiliki batas nilai 850 – 890 kg/m³.

4.2.3. Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan yang menyatakan besar kecilnya gesekan didalam fluida. Pada motor diesel viskositas berpengaruh pada kemudahan bahan bakar untuk mengalirkan di dalam saluran bahan bakar, pompa, dan injektor. Semakin rendah viskositas bahan bakar, maka semakin mudah bahan bakar tersebut mengalir. Nilai viskositas pada bahan bakar biodiesel umbi porang menunjukan angka sebesar 3,56 CSt. Menurut standard biodiesel nasional menyebutkan bahwa viskositas dari biodiesel harus mempunyai nilai antara 2,3 – 6 Cst, dengan demikian dapat dikatakan bahwa nilai viskositas dari biodiesel umbi porang telah memenuhi standard kualitas berdasarkan SNI.

4.2.4. Flash Point (Titik Nyala)

Titik nyala adalah temperatur terendah suatu bahan bakar yang pada saat dipanaskan, maka uap yang bercampur dengan udara dari hasil pemanasan tersebut akan menyala bila diberikan kompresi yang tinggi. Titik nyala pada standard biodiesel memiliki batas nilai minimal 100°C. Pada penelitian ini, nilai dari titik nyala biodiesel umbi porang sebesar 77°C, oleh karena itu parameter uji pada biodiesel umbi porang tidak memenuhi standard biodiesel nasional sebagai bahan bakar pengganti solar pada motor diesel.

4.2.5. Pour Point (Titik Tuang)

Titik tuang merupakan batas temperatur tuang dimana mulai terbentuk kristal-kristal paraffin yang dapat menyumbat saluran bahan bakar dan injektor.

Pada titik tuang yang tinggi bahan bakar tidak dapat mengalir sempurna dan tidak akan terjadi atomisasi yang baik ketika diinjeksikan ke ruang bakar motor diesel. Oleh karena itu kandungan properties dari biodiesel sebagai pengganti minyak solar harus diperhatikan kualitasnya. Pada biodiesel umbi porang memiliki nilai titik tuang sebesar -2°C , dimana nilai tersebut telah memenuhi standard dari biodiesel nasional yang memiliki batas nilai sebesar maksimal 18°C .

4.2.6. Lower Heating Value

Nilai panas (nilai pembakaran) atau HV (*Heating Value*) adalah jumlah panas yang dikeluarkan oleh 1 kg bahan bakar bila bahan bakar tersebut dibakar. Pada gas hasil pembakaran terdapat H_2O dalam bentuk uap atau cairan. Nilai kalor biasanya digunakan pada bahan bakar dan merupakan karakteristik dari bahan bakar tersebut. Terdapat dua macam nilai pembakaran yaitu nilai pembakaran atas atau *Higher Heating Value* (HHV) dan nilai pembakaran bawah atau *Lower Heating Value* (LHV). HHV merupakan nilai pembakaran bila didalam gas hasil pembakaran terdapat H_2O berbentuk cairan, sedangkan LHV yaitu nilai pembakaran bila didalam gas hasil pembakaran terdapat H_2O berbentuk gas. Pada penelitian ini, pengujian properties biodiesel umbi porang hanya menguji nilai kandungan LVH. Nilai LHV pada biodiesel umbi porang didapatkan sebesar 15.868 BTU/lbm, dimana nilai tersebut telah memenuhi standard biodiesel nasional yaitu maksimal 18.288 BTU/lbm.

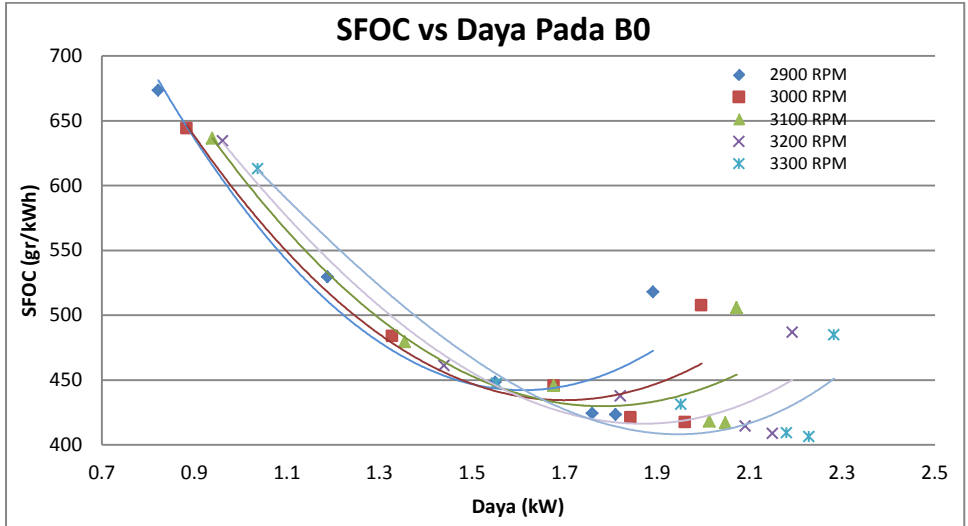
4.3. Pengaruh Biodiesel Umbi Porang Dalam Uji Peformansi Motor Diesel

Motor diesel adalah jenis motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*), dimana sistem penyalaan bahan bakar dengan cara menyemprotkan bahan bakar dengan pompa bertekanan kedalam silinder yang berisi udara terkompresi. Dengan tekanan dan temperatur udara didalam silinder yang tinggi dimana melebihi temperatur nyala bahan bakar maka bahan bakar akan terbakar bersamaan dengan udara bertekanan kemudian akan menghasilkan suatu kerja.

Pada Penelitian ini akan dilakukan uji peformansi untuk mengetahui pengaruh biodiesel umbi porang pada prestasi motor diesel. Hasil percobaan ini nantinya akan menentukan peforma engine secara menyeluruh terutama letak pembebanan pada masing-masing putaran. Putaran yang digunakan dalam percobaan ini dimulai pada putaran 2900 rpm sampai dengan 3300 rpm.

Jenis bahan bakar yang akan digunakan dalam percobaan ini ada tiga jenis. Yang pertama menggunakan jenis bahan bakar 100% minyak solar (B0). Jenis bahan bakar yang kedua menggunakan campuran antara biodiesel umbi porang sebesar 10% dengan minyak solar sebesar 90% (B10). Dan jenis bahan bakar yang ketiga menggunakan campuran biodiesel umbi porang sebesar 20% minyak solar sebesar 80% (B20). Untuk mengetahui unjuk kerja motor diesel, diperlukan rumus perhitungan yang terdapat pada lampiran untuk analisa dan pembahasan mengenai daya, torsi, konsumsi bahan bakar (SFOC), BMEP, serta efisiensi thermal.

4.3.1. Perbandingan Antara SFOC Dengan Daya Terhadap RPM Pada Jenis Bahan Bakar B0

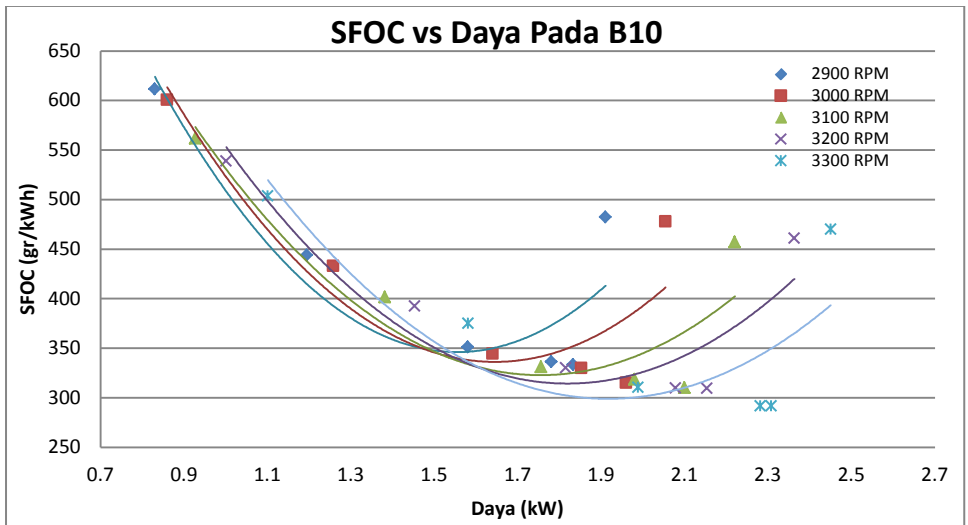


Grafik 4.1 Perbandingan SFOC Dengan Daya Terhadap RPM Pada Bahan Bakar B0

Dari grafik perbandingan daya dengan SFOC terhadap putaran (grafik 4.1) tampak bahwa nilai daya terbesar didapatkan pada beban maksimal untuk setiap putaran engine. Nilai daya pada putaran 2900 rpm sebesar 1,89106 kW, sedangkan pada saat putaran 3300 rpm dihasilkan daya sebesar 2,28212 kW atau bertambah 0,39106 kW dari putaran 2900 rpm. Dengan demikian, berdasarkan grafik diatas dapat dikatakan bahwa nilai daya terus mengalami peningkatan sekitar 20-40% untuk setiap putarannya. Sementara pada nilai SFOC, nilai SFOC terendah didapatkan pada saat beban 3000 Watt untuk setiap putarannya. Pada putaran 2900 rpm, nilai SFOC yang dihasilkan sebesar 423,262 gr/kWh, sedangkan pada

putaran 3300 rpm nilai SFOC yang dihasilkan sebesar 406,376 gr/kWh. Dengan adanya selisih perbedaan nilai SFOC sebesar 16,886 gr/kWh, maka berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran engine, maka nilai SFOC yang didapatkan semakin rendah.

4.3.2. Perbandingan Antara SFOC Dengan Daya Terhadap RPM Pada Jenis Bahan Bakar B10

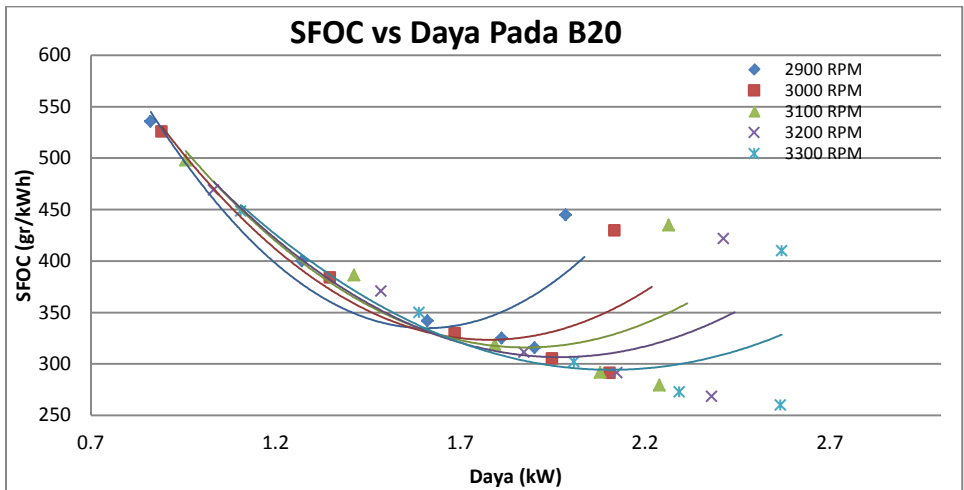


Grafik 4.2 Perbandingan SFOC Dengan Daya Terhadap RPM Pada Bahan Bakar B10

Dari grafik 4.2 perbandingan daya dengan SFOC terhadap putaran tampak bahwa nilai daya terbesar didapatkan pada beban maksimal untuk setiap putaran engine. Nilai daya pada putaran 2900 rpm sebesar 1,91059 kW, sedangkan pada saat putaran 3300 rpm dihasilkan daya sebesar 2,45035 kW atau bertambah 0,53976 kW dari putaran 2900 rpm. Dengan demikian,

berdasarkan grafik diatas dapat dikatakan bahwa nilai daya terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya putaran. Sementara pada nilai SFOC, nilai SFOC terendah didapatkan pada saat beban 3000 Watt untuk setiap putarannya. Pada putaran 2900 rpm, nilai SFOC yang dihasilkan sebesar 333,446 gr/kWh, sedangkan pada putaran 3300 rpm nilai SFOC yang dihasilkan sebesar 291,599 gr/kWh. Dengan adanya selisih perbedaan nilai SFOC sebesar 41,847 gr/kWh, maka berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran engine, maka nilai SFOC yang didapatkan semakin rendah.

4.3.3. Perbandingan Antara SFOC Dengan Daya Terhadap RPM Pada Jenis Bahan Bakar B20

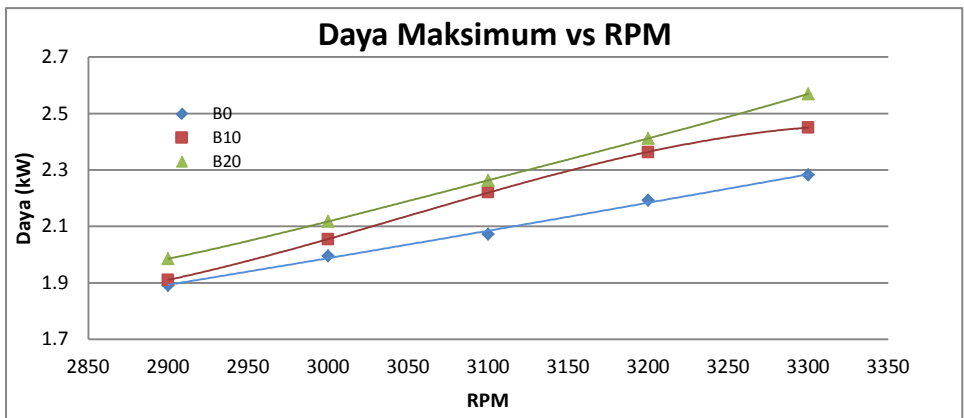


Grafik 4.3 Perbandingan SFOC Dengan Daya Terhadap RPM Pada Bahan Bakar B20

Dari grafik 4.3 perbandingan daya dengan SFOC terhadap putaran tampak bahwa nilai daya terbesar

didapatkan pada beban maksimal untuk setiap putaran engine. Nilai daya pada putaran 2900 rpm sebesar 1,98518 kW, sedangkan pada saat putaran 3300 rpm dihasilkan daya sebesar 2,56941 kW atau bertambah 0,58423 kW dari putaran 2900 rpm. Dengan demikian, berdasarkan grafik diatas dapat dikatakan bahwa nilai daya terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya putaran. Sementara pada nilai SFOC, nilai SFOC terendah didapatkan pada saat beban 3000 Watt untuk setiap putarannya. Pada putaran 2900 rpm, nilai SFOC yang dihasilkan sebesar 315,847 gr/kWh, sedangkan pada putaran 3300 rpm nilai SFOC yang dihasilkan sebesar 260,039 gr/kWh. Dengan adanya selisih perbedaan nilai SFOC sebesar 55,808 gr/kWh, maka berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran engine, maka nilai SFOC yang didapatkan semakin rendah

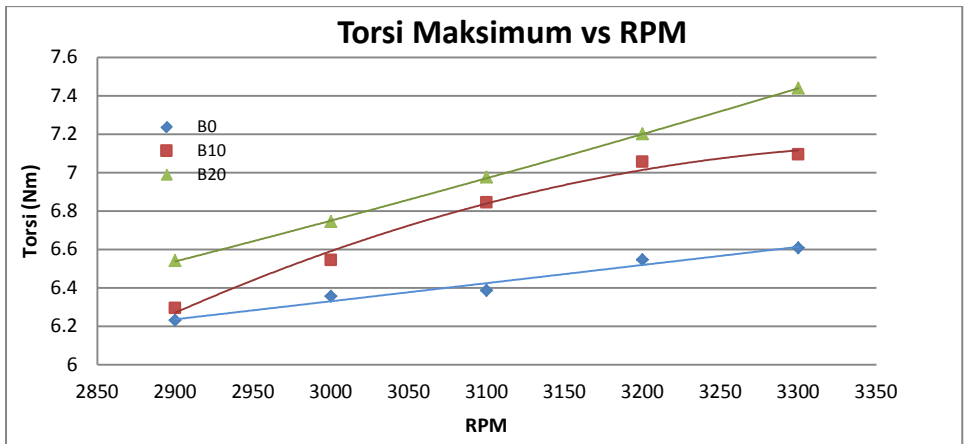
4.3.4. Perbandingan Antara Daya Maksimum Dengan Putaran Engine



Grafik 4.4 Perbandingan Daya Maksimum Dengan RPM

Grafik diatas merupakan perbandingan antara nilai daya maksimum dengan putaran pada tiap jenis bahan bakar, dimana nilai daya terbesar didapatkan pada saat beban 3500 Watt. Pada putaran 2900 rpm dari jenis bahan bakar B0 dengan B20 terdapat kenaikan nilai daya sebesar 0,0941 kW. Sedangkan pada putaran 3300 rpm juga terdapat kenaikan nilai daya sebesar 0,28729 kW. Jadi berdasarkan grafik 4.4 dapat terlihat bahwa semakin tinggi putaran engine, maka daya yang dihasilkan menjadi bertambah besar. Nilai daya maksimum dari grafik diatas diperoleh dari jenis bahan bakar B20 pada putaran 3300 yaitu sebesar 2,56941 kW.

4.3.5. Perbandingan Antara Torsi Maksimum Dengan Putaran Engine

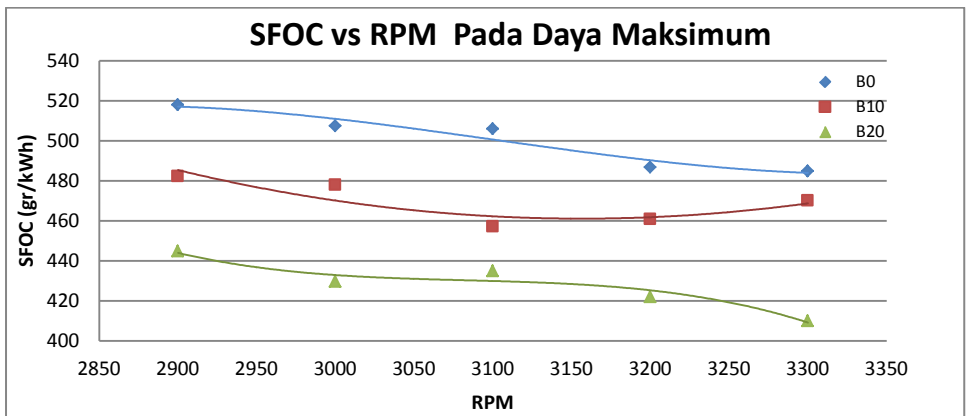


Grafik 4.5 Perbandingan Torsi Maksimum Dengan RPM

Grafik diatas merupakan perbandingan antara nilai torsi maksimum dengan putaran pada tiap jenis

bahan bakar, dimana nilai torsi terbesar didapatkan pada saat beban 3500 Watt. Bisa terlihat pada putaran 2900 rpm dari jenis bahan bakar B0 dengan B20 terdapat kenaikan nilai torsi sebesar 0,31 Nm. Sedangkan pada putaran 3300 rpm juga terdapat kenaikan nilai torsi sebesar 0,8317 Nm. Jadi berdasarkan grafik 4.5 dapat terlihat bahwa semakin tinggi putaran engine, maka torsi yang dihasilkan semakin besar pula. Nilai torsi maksimum dari grafik diatas diperoleh dari jenis bahan bakar B20 pada putaran 3300 yaitu sebesar 7,43895 Nm.

4.3.6. Perbandingan Antara SFOC Dengan RPM Pada Daya Maksimum

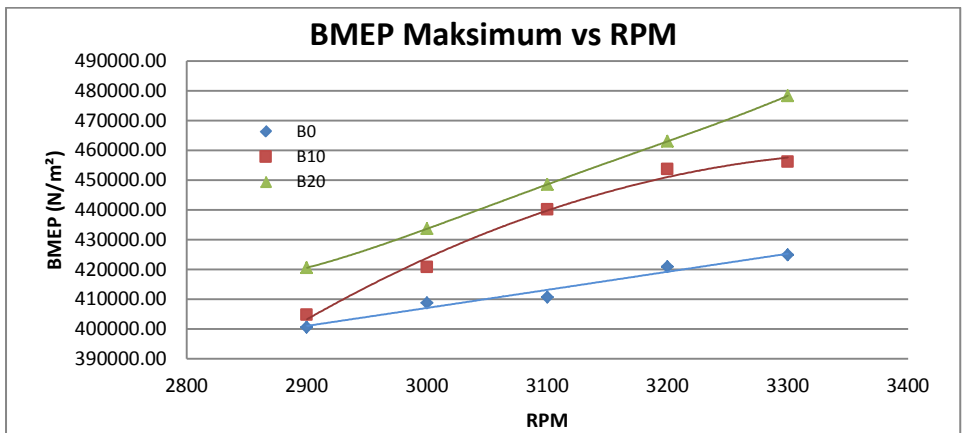


Grafik 4.6 Perbandingan SFOC dengan RPM Pada Daya Maksimum

Grafik diatas merupakan perbandingan antara nilai SFOC dengan putaran pada daya maksimum dari tiap jenis bahan bakar. Bisa terlihat pada putaran 2900 rpm dari jenis bahan bakar B0 dengan B20 terdapat penurunan nilai SFOC sebesar 73,2284 gr/kWh.

Sedangkan pada putaran 3300 rpm juga terdapat penurunan nilai SFOC sebesar 74,9239 gr/kWh. Jadi berdasarkan grafik 4.6 dapat terlihat bahwa semakin tinggi putaran engine, maka SFOC yang dihasilkan semakin menjadi rendah. Nilai SFOC minimum dari grafik diatas diperoleh dari jenis bahan bakar B20 pada putaran 3300 yaitu sebesar 410,006 gr/kWh.

4.3.7. Perbandingan Antara BMEP Maksimum Dengan Putaran Engine

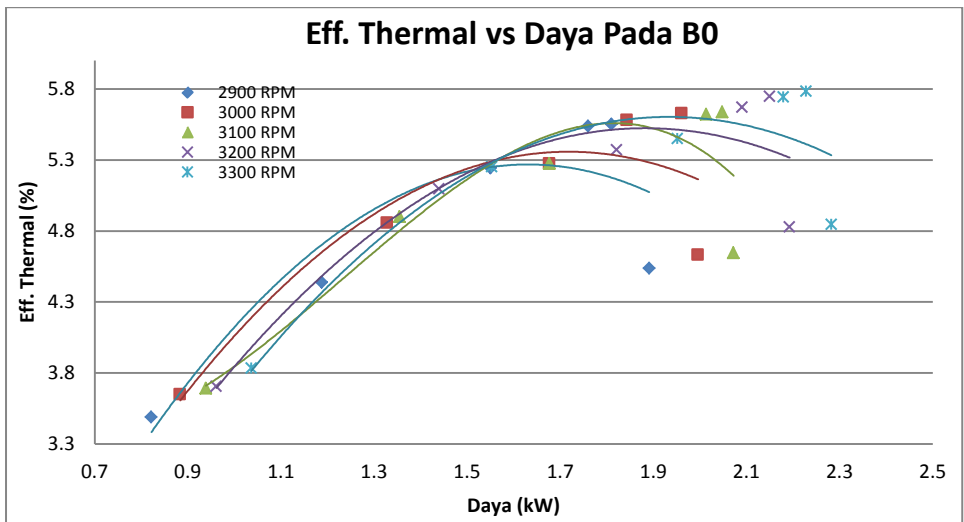


Grafik 4.7 Perbandingan BMEP Maksimum dengan RPM

Grafik diatas merupakan perbandingan antara nilai BMEP maksimum dengan putaran pada tiap jenis bahan bakar, dimana nilai BMEP terbesar didapatkan pada saat beban 3500 Watt. Bisa terlihat pada putaran 2900 rpm dari jenis bahan bakar B0 dengan B20 terdapat kenaikan nilai BMEP sebesar 19939,56 N/m². Sedangkan pada putaran 3300 rpm juga terdapat kenaikan nilai BMEP sebesar 53487,86 N/m². Jadi

berdasarkan grafik 4.7 dapat terlihat bahwa semakin tinggi putaran engine, maka BMEP yang dihasilkan semakin besar pula. Nilai BMEP maksimum dari grafik diatas diperoleh dari jenis bahan bakar B20 pada putaran 3300 yaitu sebesar $478368,10 \text{ N/m}^2$.

4.3.8. Perbandingan Antara Eff. Thermal Dengan Daya Terhadap RPM Pada Jenis Bahan Bakar B0

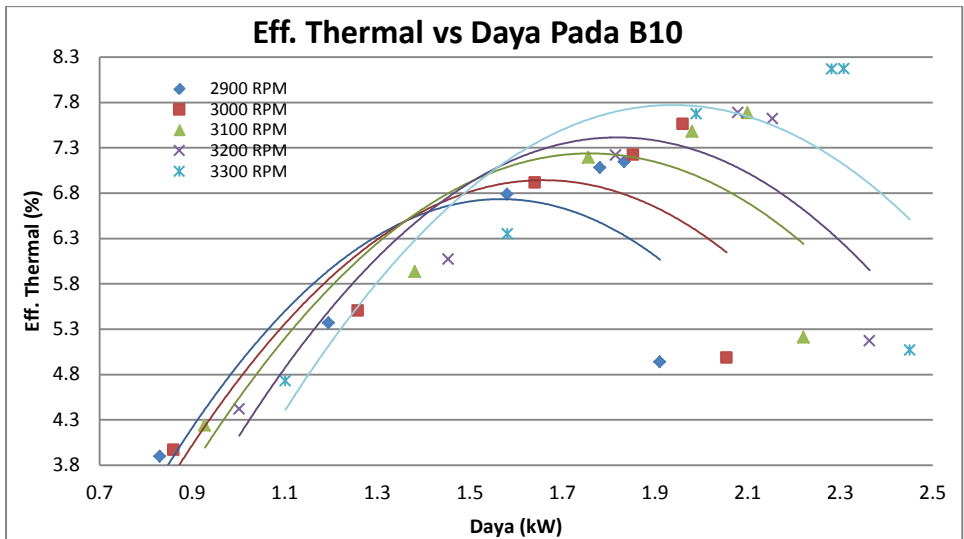


Grafik 4.8 Perbandingan Eff. Thermal Dengan Daya Terhadap RPM Pada Bahan Bakar B0

Dari grafik 4.8 merupakan perbandingan daya dengan efisiensi thermal terhadap putaran tampak bahwa nilai daya terbesar didapatkan pada beban maksimal untuk setiap putaran engine. Nilai daya pada putaran 2900 rpm sebesar 1,89106 kW, sedangkan pada saat putaran 3300 rpm dihasilkan daya sebesar 2,28212 kW atau bertambah 0,39106 kW dari putaran 2900 rpm. Dengan demikian, berdasarkan grafik diatas

dapat dikatakan bahwa nilai daya terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya putaran. Sementara pada nilai efisiensi thermal, dimana nilai efisiensi thermal terbesar didapatkan pada saat beban 3000 Watt untuk setiap putarannya. Pada putaran 2900 rpm, nilai efisiensi thermal yang dihasilkan sebesar 5,5541 %, sedangkan pada putaran 3300 rpm nilai efisiensi thermal yang dihasilkan sebesar 5,7849 %. Dengan adanya selisih perbedaan nilai efisiensi thermal sebesar 0,2308%, maka berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran engine, maka nilai efisiensi thermal yang didapatkan semakin besar pula.

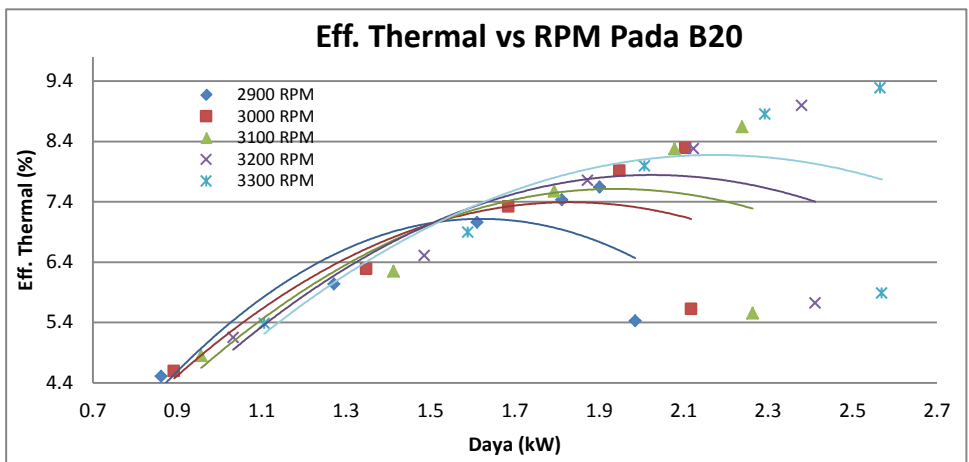
4.3.9. Perbandingan Antara Eff. Thermal Dengan Daya Terhadap RPM Pada Jenis Bahan Bakar B10



Grafik 4.9 Perbandingan Eff. Thermal Dengan Daya Terhadap RPM Pada Bahan Bakar B10

Dari grafik 4.9 perbandingan daya dengan SFOC terhadap putaran tampak bahwa nilai daya terbesar didapatkan pada beban maksimal untuk setiap putaran engine. Nilai daya pada putaran 2900 rpm sebesar 1,91059 kW, sedangkan pada saat putaran 3300 rpm dihasilkan daya sebesar 2,45035 kW atau bertambah 0,53976 kW dari putaran 2900 rpm. Dengan demikian, berdasarkan grafik diatas dapat dikatakan bahwa nilai daya terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya putaran. Sementara pada nilai efisiensi thermal, dimana nilai efisiensi thermal terbesar didapatkan pada saat beban 3000 Watt untuk setiap putarannya. Pada putaran 2900 rpm, nilai efisiensi thermal yang dihasilkan sebesar 7,1447 %, sedangkan pada putaran 3300 rpm nilai efisiensi thermal yang dihasilkan sebesar 8,17 %. Dengan adanya selisih perbedaan nilai efisiensi thermal sebesar 1,0253 %, maka berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran engine, maka nilai efisiensi thermal yang didapatkan semakin besar pula.

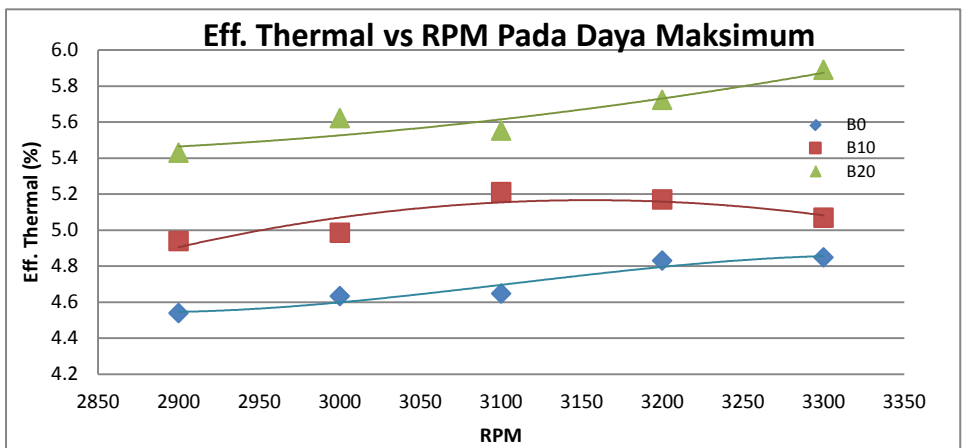
4.3.10. Perbandingan Antara Eff. Thermal Dengan Daya Terhadap RPM Pada Jenis Bahan Bakar B20



Grafik 4.10 Perbandingan Eff. Thermal Dengan Daya Terhadap RPM Pada Bahan Bakar B20

Dari grafik 4.10 perbandingan daya dengan SFOC terhadap putaran tampak bahwa nilai daya terbesar didapatkan pada beban maksimal untuk setiap putaran engine. Nilai daya pada putaran 2900 rpm sebesar 1,98518 kW, sedangkan pada saat putaran 3300 rpm dihasilkan daya sebesar 2,56941 kW atau bertambah 0,58423 kW dari putaran 2900 rpm. Dengan demikian, berdasarkan grafik diatas dapat dikatakan bahwa nilai daya terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya putaran. Sementara pada nilai efisiensi thermal, dimana nilai efisiensi thermal terbesar didapatkan pada saat beban 3000 Watt untuk setiap putarannya. Pada putaran 2900 rpm, nilai efisiensi thermal yang dihasilkan sebesar 7,6453 %, sedangkan pada putaran 3300 rpm nilai efisiensi thermal yang dihasilkan sebesar 9,2861 %. Dengan adanya selisih perbedaan nilai efisiensi thermal sebesar 1,6408 %, maka berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran engine, maka nilai efisiensi thermal yang didapatkan semakin besar pula.

4.3.11. Perbandingan Antara Efisiensi Thermal Dengan Putaran Engine Pada Daya Maksimum



Grafik 4.11 Perbandingan Eff. Thermal Dengan RPM Pada Daya Maksimum

Grafik diatas merupakan perbandingan antara nilai efisiensi thermal dengan putaran pada daya maksimum dari tiap jenis bahan bakar. Bisa terlihat pada putaran 2900 rpm dari jenis bahan bakar B0 dengan B20 terdapat peningkatan nilai efisiensi thermal sebesar 0,8907 %. Sedangkan pada putaran 3300 rpm juga terdapat peningkatan nilai efisiensi thermal sebesar 1,0418 %. Jadi berdasarkan grafik 4.11 dapat terlihat bahwa semakin tinggi putaran engine, maka nilai efisiensi thermal yang dihasilkan semakin menjadi besar. Nilai efisiensi thermal maksimum dari grafik diatas diperoleh dari jenis bahan bakar B20 pada putaran 3300 yaitu sebesar 5,8896 %.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan proses pembuatan dan uji *properties* biodiesel serta pengaruhnya dalam unjuk kerja motor diesel, maka dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam proses pembuatan biodiesel menunjukkan bahwa umbi porang berpotensi untuk dapat dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel melalui proses transesterifikasi sebagai energi terbarukan di masa yang akan datang.
2. Dari hasil uji *properties* biodiesel umbi porang, telah didapatkan bahwa kandungan *properties* yang dihasilkan sebagian besar telah memenuhi standar dari nilai *properties* biodiesel nasional yang ditetapkan. Hanya saja untuk nilai flash point dari biodiesel umbi porang kurang memenuhi standard, dimana nilai yang telah ditentukan minimal 100°C. Nilai *flash point* yang rendah atau tidak memenuhi standar dari biodiesel umbi porang disebabkan karena adanya kesalahan langka-langka pada proses pembuatan biodiesel melalui transesterifikasi sehingga hanya menghasilkan nilai *flash point* sebesar 77°C
3. Berdasarkan hasil uji peformansi motor diesel yang dilakukan, didapatkan bahwa penggunaan 10% dan 20% campuran biodiesel umbi porang dengan minyak solar direkomendasikan sebagai pengganti bahan bakar motor diesel dikarenakan memiliki kandungan *properties* yang lebih baik. Dari tabel hasil uji eksperimen, motor diesel mengalami peningkatan prestasi kerja yang signifikan ketika menggunakan B0 dengan menggunakan B20 pada putaran yang sama.

Dimana pada saat menggunakan B20, nilai daya maksimum, torsi maksimum, dan BMEP maksimum motor diesel mengalami peningkatan sebesar 12,59 %. Sementara untuk nilai dari efisiensi thermalnya juga mengalami peningkatan sebesar 21,49 %, sedangkan nilai SFOCnya lebih rendah sebesar 15,45%.

5.2. Saran

1. Dari segi ekonomi, proses pembuatan biodiesel dari umbi porang sangat memerlukan biaya banyak. Sebab untuk saat ini umbi porang paling banyak dimanfaatkan menjadi bahan pangan maupun produk kosmetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. Budidaya dan Pengembangan Porang Sebagai Potensi Bahan Baku Lokal. Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia. Universitas Brawijaya Malang.
- Anonim. 2013. Komoditas Tanaman Porang Kabupaten Madiun. Artikel. www.ristek.go.id (diunduh pada tanggal 15 Mei 2015)
- Atmojo, Suntoro Wongso. 2012. Minyak Jarak dan Alternatif Bioenergi. Artikel Ilmiah. Universitas Negeri Semarang.
- Cahyasasmita, Noah. 2011. Unjuk Kerja *Diesel Engine Type Direct Injection* Dengan Metode Simulasi dan Eksperimen. Laporan Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Hakiki, Wisnu. 2005. Uji Ketahanan Motor Diesel dengan Menggunakan Bahan Bakar Jelantah *Methyl Esther*. Laporan Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Hendra. 2013. Bahan Bakar Nabati Energi Untuk Masa Depan Indonesia. Artikel. www.teknologi.kompasiana.com (diunduh pada tanggal 15 Mei 2015)
- M. F, Aguk Zuhdi. 2003. Biodiesel Sebagai Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fosil pada Motor Diesel. Laporan Riset Unggulan Terpadu VIII Bidang Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Pradipta, Oksi Sigit. 2008. Studi Komparasi Unjuk Kerja Mesin Diesel. Laporan Tugas Akhir. Universitas Indonesia Jakarta.
- Sari, Sri Poernomo dan Pramono, Eko. 2012. Unjuk Kerja Motor Diesel Tipe S-1110 dengan Bahan Bakar Biodiesel M20 dari Minyak Jelantah dengan Katalis 0,35% NaOH. Laporan Tugas Akhir. Universitas Gunadarma Kalimalang.
- Sari, Tuti Indah, dkk. 2006. *Effect of Catalyst and Feed Ratio to CPO Conversion In Biodiesel Process*. Seminar

Nasional Teknik Kimia. Universitas Sriwijaya Palembang.

Siswani, Endang Dwi, dkk. 2012. Sistesis dan Karakteristik Biodiesel dari Minyak Jelantah pada Berbagai Waktu dan Suhu. Seminar Nasional MIPA. Universitas Negeri Yogyakarta.

LAMPIRAN

RUMUS PERHITUNGAN

- **Daya Motor**

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya itu adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu.

$$P = \frac{V \times I}{\text{Load Factor}}$$

Dimana:

P : daya (kW)

V : tegangan listrik (Volt)

I : arus listrik (Ampere)

Load factor : 0,85

- **Specific Fuel Oil Consumption (SFOC)**

Konsumsi bahan bakar spesifik atau specific fuel consumption (SFOC) adalah parameter unjuk kerja mesin yang berhubungan langsung dengan nilai ekonomis sebuah mesin, karena dengan mengetahui hal ini dapat dihitung jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah daya dalam selang waktu tertentu.

$$\text{FCR} = \frac{\rho \times v}{t}$$

Dimana:

FCR : laju aliran bahan bakar (gr/h)

ρ : massa jenis bahan bakar (gr/m^3)

v : volume bahan bakar (m^3)

t : waktu yang diperlukan menghabiskan bahan bakar sebanyak 20ml (h)

$$SFOC = \frac{FCR}{P}$$

Dimana:

SFOC : konsumsi spesifik bahan bakar (g/kWh)

P : daya (kW)

- **Torsi**

Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya.

$$T = \frac{P \times 60000}{2\pi \times rpm}$$

Dimana:

T : torsi (Nm)

P : daya (kW)

n : putaran motor diesel (rpm)

- **BMEP (Break Main Effective Pressure)**

Tekanan efektif rata –rata didefinisikan sebagai tekanan efektif dari fluida kerja terhadap torak sepanjang langkahnya untuk menghasilkan kerja persiklus.

$$BMEP = \frac{P \times Z \times 1000}{v \times 2 \times 3,14 \times Rps \times i}$$

Dimana :

BMEP : tekanan efektif rata-rata (N/m²)

P : daya (kW)

Z : konstanta 2 untuk 4-stroke

v : volume langkah (m³)

i : jumlah silinder

- **Efisiensi Thermal (η_{th})**

Efisiensi termal menyatakan perbandingan antara daya yang dihasilkan terhadap jumlah energi bahan bakar yang diperlukan untuk jangka waktu tertentu.

$$\eta_{th} = \frac{P \times 1000000}{FCR \times LHV} \times 100\%$$

Dimana:

η_{th} : efisiensi thermal (%)
 P : daya (kW)
 FCR : laju aliran bahan bakar (kg/h)
 LHV : Lower Heating Value (J/kg)

PELAKSANAAN UJI PEFORMANSI MOTOR DIESEL

Motor diesel yang digunakan eksperimen uji peformansi ini adalah jenis motor diesel 4 langkah. Untuk pembebanan, dinamometer yang digunakan adalah tipe elektrik. Sebelum eksperimen ini dimulai, akan dilakukan engine set up terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik/unjuk kerja dari motor tersebut. Dengan demikian, dapat dianggap bahwa unjuk kerja motor pada saat engine set up merupakan unjuk kerja awal. Uji Peformansi dilakukan dengan berbagai variasi putaran engine dan variasi beban untuk mengetahui tegangan dan arus serta waktu yang dibutuhkan untuk memakai 20 ml bahan bakar. Untuk mengetahui peforma engine maka diperlukan data-data analisa yang meliputi daya, torsi, serta konsumsi bahan bakar (SFOC).

- **Spesifikasi Motor Diesel**

Merk	: Kipor Diesel Engine
Model	: KM 178 F
Bore	: 78 mm
Stroke	: 64 mm
Daya	: 3,68 kW
Speed	: 3600 rpm
Volume langkah	: 305 cc
Dinamometer	: 1 Fase, 50 Hz

- **Komposisi Bahan Bakar Dalam Pengujian**

Untuk mengetahui peforma motor diesel dengan menggunakan biodiesel umbi porang maka perlu dilakukan eksperimen. Dalam penelitian ini akan dilakukan eksperimen untuk mengetahui prestasi motor diesel dari jenis bahan bakar B0, B10, dan B20.

- **Tahap persiapan**

1. Memeriksa instalasi engine test bed (tangki bahan bakar, minyak pelumas, sistem bahan bakar, baut-baut pengikat, dll)
2. Menstart engine
3. Memanaskan engine selama ± 15 menit hingga mencapai putaran ideal.
4. Menyiapkan bahan bakar kedalam gelas ukur sehingga dapat diamati pemakaian bahan bakarnya.

- **Tahap percobaan**

1. Pastikan mesin berada pada putaran yang telah ditentukan menggunakan *tachometer* (alat pengukur putaran)
2. Tentukan pembebanan sesuai dengan kebutuhan (pada eksperimen ini, pembebanan diwakilkan dengan nyala lampu)
3. Amati data yang diperlukan (Tegangan dan Arus) yang terbaca pada alat pengukuran
4. Hitunglah lama waktu yang digunakan engine untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak 20 ml
5. Dengan pembebanan tetap, naikkan putaran mesin sesuai yang ditentukan
6. Lakukan berulang-ulang sesuai dengan putaran yang diubah

HASIL UJI PEFORMANSI MOTOR DIESEL

Tabel 3. Hasil Percobaan Peformansi Motor Diesel Pada Bahan Bakar B0

Putaran (rpm)	Beban (watt)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m3)	waktu (jam)	Densitas (gr/m3)	Daya (kw)	FCR (mf) (gr/h)	SFOC (gr/kwh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m²)	LHV (J/kg)	Eff. Thermal (%)
		Tegangan (volt)	Arus (A)										
2900	0	0	0	0.00002	0.044722	830000	0	371.1801	0	0	0	42537888	0
2900	1000	194	3.6	0.00002	0.03	830000	0.821647	553.3333	673.4441	2.706942	174072.33	42537888	3.4908
2900	1500	187	5.4	0.00002	0.026389	830000	1.188	629.0526	529.5056	3.913903	251687.06	42537888	4.4397
2900	2000	183	7.2	0.00002	0.023889	830000	1.550118	694.8837	448.2781	5.106911	328404.50	42537888	5.2442
2900	2500	170	8.8	0.00002	0.022222	830000	1.76	747	424.4318	5.798375	372869.71	42537888	5.5388
2900	3000	157	9.8	0.00002	0.021667	830000	1.810118	766.1538	423.2619	5.963489	383487.53	42537888	5.5541
2900	3500	141	11.4	0.00002	0.016944	830000	1.891059	979.6721	518.0548	6.230152	400635.55	42537888	4.5378
3000	0	0	0	0.00002	0.043056	830000	0	385.5484	0	0	0.00	42537888	0.0000
3000	1000	203	3.7	0.00002	0.029167	830000	0.883647	569.1429	644.0839	2.814163	180967.26	42537888	3.6499
3000	1500	198	5.7	0.00002	0.025833	830000	1.327765	642.5806	483.9567	4.22855	271920.72	42537888	4.8576
3000	2000	190	7.5	0.00002	0.022222	830000	1.676471	747	445.5789	5.339078	343334.24	42537888	5.2759
3000	2500	176	8.9	0.00002	0.021389	830000	1.842824	776.1039	421.1493	5.868865	377402.64	42537888	5.5820
3000	3000	165	10.1	0.00002	0.020278	830000	1.960588	818.6301	417.5431	6.243912	401520.36	42537888	5.6302
3000	3500	145	11.7	0.00002	0.016389	830000	1.995882	1012.881	507.4855	6.356313	408748.45	42537888	4.6323
3100	0	0	0	0.00002	0.04	830000	0	415	0	0	0.00	42537888	0.0000
3100	1000	210	3.8	0.00002	0.027778	830000	0.938824	597.6	636.5414	2.893436	186065.01	42537888	3.6932
3100	1500	202	5.7	0.00002	0.025556	830000	1.354588	649.5652	479.5296	4.174815	268465.23	42537888	4.9024
3100	2000	190	7.5	0.00002	0.022222	830000	1.676471	747	445.5789	5.16685	332258.95	42537888	5.2759

Putaran (rpm)	Beban (watt)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m3)	waktu (jam)	Densitas (gr/m3)	Daya (kw)	FCR (mf) (gr/h)	SFOC (gr/kwh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m²)	LHV (J/kg)	Eff. Thermal (%)
		Tegangan (volt)	Arus (A)										
3100	2500	184	9.3	0.00002	0.019722	830000	2.013176	841.6901	418.0906	6.204571	398990.53	42537888	5.6228
3100	3000	169	10.3	0.00002	0.019444	830000	2.047882	853.7143	416.8766	6.311534	405868.88	42537888	5.6392
3100	3500	148	11.9	0.00002	0.015833	830000	2.072	1048.421	505.9947	6.385864	410648.74	42537888	4.6460
3200	0	0	0	0.00002	0.038889	830000	0	426.8571	0	0	0.00	42537888	0.0000
3200	1000	215	3.8	0.00002	0.027222	830000	0.961176	609.7959	634.4266	2.869755	184542.16	42537888	3.7055
3200	1500	211	5.8	0.00002	0.025	830000	1.439765	664	461.1865	4.298661	276429.24	42537888	5.0974
3200	2000	201	7.7	0.00002	0.020833	830000	1.820824	796.8	437.6042	5.436376	349591.06	42537888	5.3721
3200	2500	189	9.4	0.00002	0.019167	830000	2.090118	866.087	414.3723	6.240399	401294.49	42537888	5.6733
3200	3000	174	10.5	0.00002	0.018889	830000	2.149412	878.8235	408.867	6.417432	412678.73	42537888	5.7497
3200	3500	154	12.1	0.00002	0.015556	830000	2.192235	1067.143	486.783	6.545288	420900.68	42537888	4.8293
3300	0	0	0	0.00002	0.0375	830000	0	442.6667	0	0	0.00	42537888	0.0000
3300	1000	226	3.9	0.00002	0.026111	830000	1.036941	635.7447	613.0962	3.002146	193055.70	42537888	3.8344
3300	1500	220	6	0.00002	0.023889	830000	1.552941	694.8837	447.463	4.496066	289123.57	42537888	5.2537
3300	2000	210	7.9	0.00002	0.019722	830000	1.951765	841.6901	431.2457	5.650737	363375.76	42537888	5.4513
3300	2500	195	9.5	0.00002	0.018611	830000	2.179412	891.9403	409.2574	6.30982	405758.65	42537888	5.7442
3300	3000	177	10.7	0.00002	0.018333	830000	2.228118	905.4545	406.3765	6.450833	414826.62	42537888	5.7849
3300	3500	159	12.2	0.00002	0.015	830000	2.282118	1106.667	484.9297	6.607173	424880.23	42537888	4.8478

HASIL UJI PEFORMANSI MOTOR DIESEL

Tabel 4. Hasil Percobaan Peformansi Motor Diesel Pada Bahan Bakar B10

Putaran (rpm)	Beban (watt)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m3)	Waktu (jam)	Densitas (gr/m3)	Daya (kw)	FCR (gr/h)	SFOC (gr/kWh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m²)	LHV (J/kg)	Eff. Thermal (%)
		Tegangan (volt)	Arus (A)										
2900	0	0	0	0.00002	0.046389	832000	0	358.7066	0	0	0.00	41974999	0
2900	1000	196	3.6	0.00002	0.032778	832000	0.830118	507.661	611.5531	2.734848	175866.89	41974999	3.8956
2900	1500	188	5.4	0.00002	0.031389	832000	1.194353	530.1239	443.8587	3.934833	253032.98	41974999	5.3674
2900	2000	184	7.3	0.00002	0.03	832000	1.580235	554.6667	351.0026	5.206134	334785.16	41974999	6.7873
2900	2500	172	8.8	0.00002	0.027778	832000	1.780706	599.04	336.4059	5.866591	377256.42	41974999	7.0818
2900	3000	159	9.8	0.00002	0.027222	832000	1.833176	611.2653	333.446	6.039457	388372.72	41974999	7.1447
2900	3500	140	11.6	0.00002	0.018056	832000	1.910588	921.6	482.3645	6.294492	404773.00	41974999	4.9389
3000	0	0	0	0.00002	0.045556	832000	0	365.2683	0	0	0.00	41974999	0.0000
3000	1000	203	3.6	0.00002	0.032222	832000	0.859765	516.4138	600.6455	2.738104	176076.26	41974999	3.9664
3000	1500	198	5.4	0.00002	0.030556	832000	1.257882	544.5818	432.9354	4.005995	257609.10	41974999	5.5028
3000	2000	191	7.3	0.00002	0.029444	832000	1.640353	565.1321	344.5186	5.224054	335937.50	41974999	6.9151
3000	2500	179	8.8	0.00002	0.027222	832000	1.853176	611.2653	329.8473	5.901836	379522.88	41974999	7.2226
3000	3000	170	9.8	0.00002	0.026944	832000	1.96	617.567	315.0852	6.242038	401399.90	41974999	7.5610
3000	3500	148	11.8	0.00002	0.016944	832000	2.054588	982.0328	477.9706	6.543275	420771.18	41974999	4.9843
3100	0	0	0	0.00002	0.040556	832000	0	410.3014	0	0	0.00	41974999	0.0000
3100	1000	213	3.7	0.00002	0.031944	832000	0.927176	520.9043	561.8179	2.85754	183756.68	41974999	4.2405
3100	1500	206	5.7	0.00002	0.03	832000	1.381412	554.6667	401.5216	4.257484	273781.37	41974999	5.9334
3100	2000	199	7.5	0.00002	0.028611	832000	1.755882	581.5922	331.2251	5.411595	347997.53	41974999	7.1926

Putaran (rpm)	Beban (watt)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m3)	Waktu (jam)	Densitas (gr/m3)	Daya (kw)	FCR (gr/h)	SFOC (gr/kWh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m²)	LHV (J/kg)	Eff. Thermal (%)
		Tegangan (volt)	Arus (A)										
3100	2500	187	9	0.00002	0.026389	832000	1.98	630.5684	318.4689	6.102322	392415.30	41974999	7.4807
3100	3000	175	10.2	0.00002	0.025556	832000	2.1	651.1304	310.0621	6.472159	416198.05	41974999	7.6835
3100	3500	156	12.1	0.00002	0.016389	832000	2.220706	1015.322	457.2069	6.844173	440120.69	41974999	5.2107
3100	4000	139	13	0.00002	0.015	832000	2.125882	1109.333	521.8225	6.551928	421327.66	41974999	4.5655
3200	0	0	0	0.00002	0.040278	832000	0	413.131	0	0	0.00	41974999	0.0000
3200	1000	224	3.8	0.00002	0.030833	832000	1.001412	539.6757	538.9149	2.989884	192267.18	41974999	4.4207
3200	1500	213	5.8	0.00002	0.029167	832000	1.453412	570.5143	392.5345	4.339406	279049.42	41974999	6.0692
3200	2000	203	7.6	0.00002	0.027778	832000	1.815059	599.04	330.0389	5.419164	348484.26	41974999	7.2185
3200	2500	190	9.3	0.00002	0.025833	832000	2.078824	644.129	309.8527	6.206679	399126.06	41974999	7.6887
3200	3000	176	10.4	0.00002	0.024722	832000	2.153412	673.0787	309.413	6.429374	413446.71	41974999	7.6220
3200	3500	162	12.4	0.00002	0.015278	832000	2.363294	1089.164	460.8667	7.056013	453743.31	41974999	5.1693
3300	0	0	0	0.00002	0.039722	832000	0	418.9091	0	0	0.00	41974999	0.0000
3300	1000	234	4	0.00002	0.03	832000	1.101176	554.6667	503.7037	3.188119	205014.90	41974999	4.7297
3300	1500	224	6	0.00002	0.028056	832000	1.581176	593.1089	375.1061	4.577813	294380.37	41974999	6.3512
3300	2000	214	7.9	0.00002	0.026944	832000	1.988941	617.567	310.5004	5.758371	370297.21	41974999	7.6727
3300	2500	202	9.6	0.00002	0.025	832000	2.281412	665.6	291.7492	6.60513	424748.81	41974999	8.1658
3300	3000	180	10.9	0.00002	0.024722	832000	2.308235	673.0787	291.5988	6.682789	429742.77	41974999	8.1700
3300	3500	164	12.7	0.00002	0.014444	832000	2.450353	1152	470.1364	7.094247	456201.95	41974999	5.0674

HASIL UJI PEFORMANSI MOTOR DIESEL

Tabel 5. Hasil Percobaan Peformansi Motor Diesel Pada Bahan Bakar B20

Putaran (rpm)	Beban (watt)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m3)	Waktu (jam)	Densitas (gr/m3)	Daya (kw)	FCR (gr/h)	SFOC (gr/kWh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m²)	LHV (J/kg)	Eff. Thermal (%)
		Tegangan (volt)	Arus (A)										
2900	0	0	0	0.00002	0.046389	834000	0	359.5689	0	0	0.00	41412110	0
2900	1000	198	3.7	0.00002	0.036111	834000	0.861882	461.9077	535.9289	2.839498	182596.49	41412110	4.5057
2900	1500	193	5.6	0.00002	0.032778	834000	1.271529	508.8814	400.212	4.189093	269383.41	41412110	6.0337
2900	2000	185	7.4	0.00002	0.030278	834000	1.610588	550.8991	342.0484	5.306133	341215.67	41412110	7.0597
2900	2500	173	8.9	0.00002	0.028333	834000	1.811412	588.7059	324.9984	5.967752	383761.70	41412110	7.4300
2900	3000	160	10.1	0.00002	0.027778	834000	1.901176	600.48	315.8465	6.263485	402779.05	41412110	7.6453
2900	3500	143	11.8	0.00002	0.018889	834000	1.985176	883.0588	444.8264	6.540226	420575.10	41412110	5.4285
3000	0	0	0	0.00002	0.045833	834000	0	363.9273	0	0	0.00	41412110	0.0000
3000	1000	205	3.7	0.00002	0.035556	834000	0.892353	469.125	525.7169	2.841888	182750.19	41412110	4.5933
3000	1500	201	5.7	0.00002	0.032222	834000	1.347882	517.6552	384.0507	4.292619	276040.73	41412110	6.2876
3000	2000	191	7.5	0.00002	0.03	834000	1.685294	556	329.9127	5.367179	345141.27	41412110	7.3194
3000	2500	182	9.1	0.00002	0.028056	834000	1.948471	594.5347	305.1289	6.20532	399038.72	41412110	7.9139
3000	3000	172	10.4	0.00002	0.027222	834000	2.104471	612.7347	291.1586	6.702136	430986.87	41412110	8.2936
3000	3500	150	12	0.00002	0.018333	834000	2.117647	909.8182	429.6364	6.744099	433685.36	41412110	5.6205
3100	0	0	0	0.00002	0.042222	834000	0	395.0526	0	0	0.00	41412110	0.0000
3100	1000	214	3.8	0.00002	0.035	834000	0.956706	476.5714	498.1379	2.948549	189609.11	41412110	4.8476
3100	1500	207	5.8	0.00002	0.030556	834000	1.412471	545.8909	386.4795	4.353207	279936.91	41412110	6.2481
3100	2000	198	7.7	0.00002	0.029167	834000	1.793647	571.8857	318.8396	5.527986	355482.10	41412110	7.5736

Putaran (rpm)	Beban (watt)	Alternator		Volume Bahan Bakar (m3)	Waktu (jam)	Densitas (gr/m3)	Daya (kw)	FCR (gr/h)	SFOC (gr/kWh)	Torsi (Nm)	BMEP (N/m²)	LHV (J/kg)	Eff. Thermal (%)
		Tegangan (volt)	Arus (A)										
3100	2500	190	9.3	0.00002	0.0275	834000	2.078824	606.5455	291.7734	6.406894	412001.09	41412110	8.2761
3100	3000	173	11	0.00002	0.026667	834000	2.238824	625.5	279.3878	6.900011	443711.42	41412110	8.6430
3100	3500	159	12.1	0.00002	0.016944	834000	2.263412	984.3934	434.9158	6.975791	448584.55	41412110	5.5522
3200	0	0	0	0.00002	0.041667	834000	0	400.32	0	0	0.00	41412110	0.0000
3200	1000	225	3.9	0.00002	0.034444	834000	1.032353	484.2581	469.0819	3.082264	198207.76	41412110	5.1478
3200	1500	214	5.9	0.00002	0.030278	834000	1.485412	550.8991	370.873	4.434948	285193.30	41412110	6.5110
3200	2000	204	7.8	0.00002	0.028611	834000	1.872	582.9903	311.4264	5.589172	359416.74	41412110	7.7538
3200	2500	192	9.4	0.00002	0.026944	834000	2.123294	619.0515	291.5524	6.339453	407664.24	41412110	8.2824
3200	3000	179	11.3	0.00002	0.026111	834000	2.379647	638.8085	268.4467	7.104838	456883.01	41412110	8.9953
3200	3500	164	12.5	0.00002	0.016389	834000	2.411765	1017.763	421.9992	7.200731	463049.47	41412110	5.7222
3300	0	0	0	0.00002	0.041111	834000	0	405.7297	0	0	0.00	41412110	0.0000
3300	1000	235	4	0.00002	0.033611	834000	1.105882	496.2645	448.7498	3.201744	205891.03	41412110	5.3811
3300	1500	225	6	0.00002	0.03	834000	1.588235	556	350.0741	4.598249	295694.56	41412110	6.8978
3300	2000	216	7.9	0.00002	0.0275	834000	2.007529	606.5455	302.1353	5.812187	373757.93	41412110	7.9923
3300	2500	203	9.6	0.00002	0.026667	834000	2.292706	625.5	272.8217	6.637828	426851.53	41412110	8.8510
3300	3000	193	11.3	0.00002	0.025	834000	2.565765	667.2	260.0394	7.428387	477689.09	41412110	9.2861
3300	3500	168	13	0.00002	0.015833	834000	2.569412	1053.474	410.0058	7.438945	478368.10	41412110	5.8896

BIODATA PENULIS



Penulis, Yudi Prasetyo lahir di Surabaya pada tanggal 2 September 1993. Penulis menghabiskan waktunya bertempat tinggal di Surabaya. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Surabaya, penulis melanjutkan pendidikannya di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS pada tahun 2011 dan terdaftar sebagai mahasiswa aktif dengan NRP 4211 100 029.

Di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, penulis mengambil bidang studi Marine Power Plan (MPP). Selain mengikuti perkuliahan, penulis juga tercatat sebagai member di Laboratorium Marine Power Plan (MPP). Penulis juga pernah aktif di organisasi kemahasiswaan dan pernah tercatat sebagai pengurus HIMASISKAL selama 2 periode.